

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 60-016149

(43)Date of publication of application : 26.01.1985

(51)Int.Cl. H02K 11/00

(21)Application number : 58-121536

(71)Applicant : YASKAWA ELECTRIC MFG CO LTD

(22)Date of filing : 06.07.1983

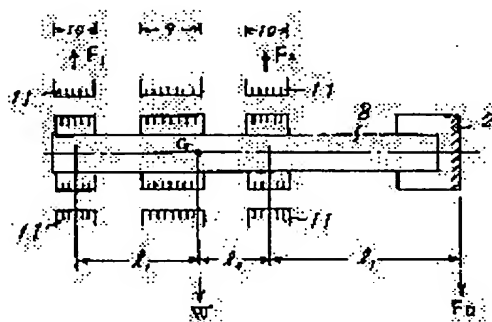
(72)Inventor : ISHIDA KIYOSHI  
KAMIYA YOSHINORI

## (54) SHAFT END LOAD DETECTING METHOD OF MAGNETIC BEARING ROTARY ELECTRIC MACHINE

### (57)Abstract:

PURPOSE: To detect the load of a shaft end by calculating a command signal of a magnetic bearing unit.

CONSTITUTION: When a magnetic bearing motor is generally indicated, its structure has a tool 2 and a rotational shaft 8, a motor section has a zone 9, a magnetic bearing has a zone 10 and a magnetic bearing electromagnet 11. When the size from a central gravity G of the shaft 8 to the operating point of a magnet at the opposite load side is represented by  $l_1$ , the size to the operating point of an electromagnet of load side is by  $l_2$ , the size from the operating point of the electromagnet at the load side to the point, to which a disturbance force is applied, is by  $l_3$ , a command signal of force to the opposite load side electromagnet is by  $F_{13}$ , a command signal of the force to the load side electromagnet is by  $F_{23}$ , and a proportional constant is by K, the disturbance force  $F_D$  applied to the shaft end can be obtained by the equation I. Thus, since the load of the shaft end can be detected merely by calculating the command signal of the magnetic bearing unit, energy-saving and space-saving can be inexpensively performed.



$$F_D = \frac{k \cdot G}{l_1 + l_2} \quad F_{13} = \frac{k \cdot l_2}{l_1 + l_2} F_{12} \quad \text{I}$$

## LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

⑨ 日本国特許庁 (JP)  
⑩ 公開特許公報 (A)

⑪ 特許出願公開  
昭60—16149

⑫ Int. Cl.<sup>4</sup>  
H 02 K 11/00

識別記号 庁内整理番号  
6903—5H

⑬ 公開 昭和60年(1985)1月26日

発明の数 1  
審査請求 未請求

(全 3 頁)

⑭ 磁気軸受回転電機の軸端荷重検出方法

⑮ 発明者 神谷嘉則

北九州市八幡西区大字藤田2346  
番地株式会社安川電機製作所内

⑯ 特 願 昭58—121536

⑰ 出 願 昭58(1983)7月6日

⑱ 出 願 人 株式会社安川電機製作所

⑲ 発 明 者 石田精

北九州市八幡西区大字藤田2346  
番地株式会社安川電機製作所内

北九州市八幡西区大字藤田2346  
番地

⑳ 代 理 人 弁理士 服部修一

明 細 書

1. 発明の名称

磁気軸受回転電機の軸端荷重検出方法

2. 特許請求の範囲

回転軸両端部を吸引制御形ラジアル磁気軸受で支持した回転電機において、軸端に加わる外乱力  $F_D$  を電磁石への力の指令信号を利用し、次式

$$F_D = \frac{kL_1}{L_1 + L_2} F_{1s} - \frac{kL_1}{L_2 + L_3} F_{2s}$$

但し、 $F_{1s}$ : 反負荷側電磁石への力の指令信号

$F_{2s}$ : 負荷側電磁石への力の指令信号

$L_1$ : シャフトの重心から反負荷側の電磁石の作用点までの距離

$L_2$ : シャフトの重心から負荷側の電磁石の作用点までの距離

$L_3$ : 負荷側の電磁石の作用点から外乱力の加わる点までの距離

$k$ : 比例定数

の演算を行うことによつて求めることを特徴とする磁気軸受回転電機の軸端荷重検出方法。

3. 発明の詳細な説明

〔産業上の利用分野〕

本発明は、磁気軸受モータの軸に加わる外乱力を検出する方法に関するものである。

〔背景技術〕

磁気軸受モータとは、モータの回転軸を磁気作用にて空中支持するモータであり、摩擦がないなどの利点を生かして、高速回転が可能である。

そのため、工作機の主軸（スピンドル）用モータとして適用することが考えられている。

このような場合、削り込み量やチッピング、素材の均質性、工具の切換、異材質のかみ込みなどの監視のために工具にかかる力をモニタすることが必要であるが、そのためには、従来は第1～第3図に示すようにスピンドル、モータフレームを経由した力を検出していた。

即ち、第1図に示したものは、軸に工具2を設けたモータ1の後部を受台3に揺動自在に枢着し、モータ1の前後両側と受台3に荷重センサ  $LS1$ 、 $LS2$  と  $LS3$ 、 $LS4$  を夫々設けて、工具2にかかる1方向のみの力を検出する例である。なお4は保

数器である。

また第2図に示したものは、第1図の荷重センサの一部をバネ5に置き換えた例であり、第3図に示したものは、軸に工具2を設けたモータ8の後部を固定部に自在継手7を介して取付け、モータ前部の上下左右を荷重センサとバネを介して支承し、2方向の力を検出するようにした例である。いずれにしても、このように力の検出器を別途設けるには、スペースや全体の形状、コストなど多くの欠点があった。

#### 〔目的〕

本発明は、上記欠点を解消することを目的としてなされたもので、磁気軸受の特長を利用して、荷重センサを必要としない荷重検出方法を提供するものである。

#### 〔発明の原理〕

第4図を用いて本発明の原理を説明する。

図は、磁気軸受モータを概念的に示すものであり、2は工具(負荷)、8は回転軸、区画9はモータ部、区画10は磁気軸受部、11は磁気軸受

電磁石である。

さて、回転軸8の重心Gから、反負荷側の電磁石の作用点までの寸法を $L_1$ 、負荷側の電磁石の作用点までの寸法を $L_2$ 、負荷側電磁石の作用点から外乱が加わる点までの寸法を $L_3$ とすれば、各々の点に加わる力 $F_1$ (反負荷側の電磁石の合力)、 $F_2$ (負荷側の電磁石の合力)、 $W$ (重力に作用する回転軸の重力)、 $F_D$ (外乱力)に関して次の(1)式が成立する。

$$\left. \begin{aligned} F_1 + F_2 &= W + F_D \\ L_1 F_1 &= L_1 F_1 + (L_2 + L_3) F_D \end{aligned} \right\} \dots \dots (1)$$

一方、本出願人は軸を、磁気軸受との間のギャップを均等にして支持するため磁気軸受部の電磁石に与える力の指令 $F_{1s}$ と対向する電磁石の合力 $F$ との関係を(2)式のように線形化する提案も行っている。(例えば、特願昭57-221118、特願昭57-221119)

$$F = k F_{1s} \dots \dots (2)$$

(但し、 $k$ は比例定数である)  
すなわち、次の(3)式が成り立つ、

$$\left. \begin{aligned} F_1 &= k F_{1s} \\ F_2 &= k F_{2s} \end{aligned} \right\} \dots \dots (3)$$

よつて(1)、(3)式より $F_D$ に関して、次の(4)式が得られる。

$$F_D = \frac{k L_2}{L_2 + L_3} F_{2s} - \frac{k L_1}{L_2 + L_3} F_{1s} \dots \dots (4)$$

つまり、 $k$ 、 $L_1$ 、 $L_2$ 、 $L_3$ は定数であるので、2つの力の指令 $F_{1s}$ 、 $F_{2s}$ から $F_D$ が求められることがわかる。

以上が本発明の原理である。

#### 〔実施例〕

本発明の具体的実施例を第5図に示す。第5図は、前記(4)式に相当する演算を行なわしめる回路である。ただし、外乱力も磁気軸受の制御系もシャフト中心軸を含む水平面内、垂直面内の2つの力をもつので、それぞれ $x$ 、 $y$ のサフィックスをつけて2回路示している。

また指令値 $F_{1s}$ 、 $F_{2s}$ はシャフトのダイナミックな動きを修正するための指令も含まれているので、ローパスフィルタ-131、132を最終段に設けて除いている。こうすることにより時間軸上で

平均化された $F_D$ が求められるようになる。なお第5図では本願のポイントになるところのみを示し、磁気軸受の制御系については示さなかつた。また、 $L_3$ は工具によりその位置変わることが予想されるので、そこを可変抵抗にしても良い。

#### 〔効果〕

以上述べたように、本発明によれば、磁気軸受装置の指令信号を演算するだけで軸端の荷重が検出できるので、省力、省スペースが安価に実現できる。

また、加工状態の監視手段として活用することもできる。

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図～第3図は夫々従来の軸端荷重検出装置の説明図、第4図は本発明の原理説明図、第5図は本発明の実施例における演算回路のブロック図である。

2…工具(負荷)、8…回転軸、9…モータ部、10…磁気軸受部、11…磁気軸受電磁石、121…124…係数器、131、132…ローパスフ

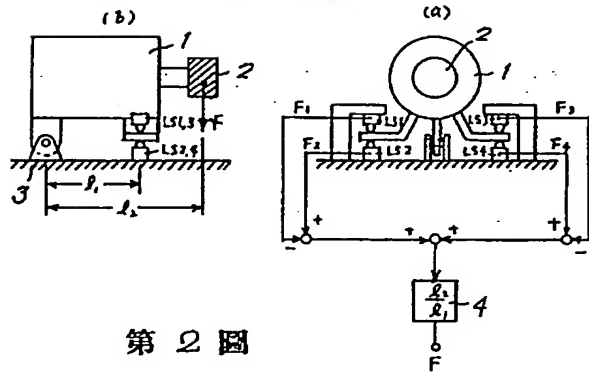
イ ル ャ ー。

特許出願人 株式会社 安川電機製作所

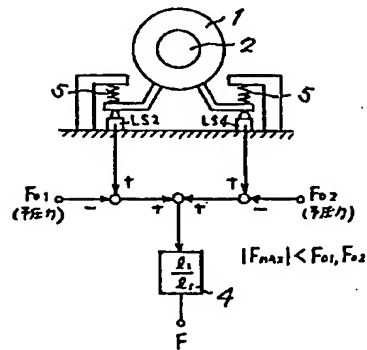
代理人 服 部 修



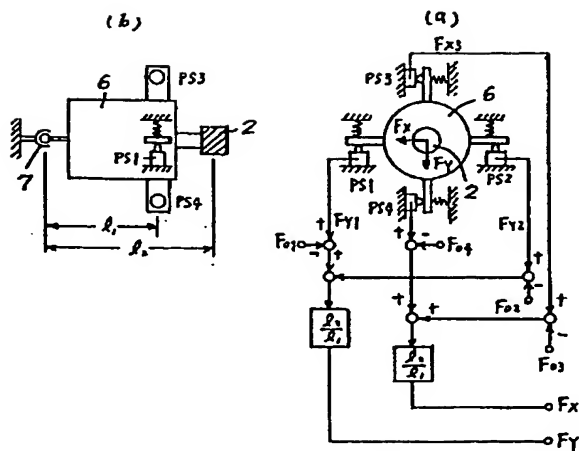
第 1 圖



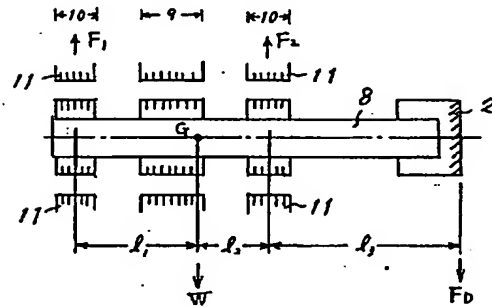
第 2 圖



第 3 圖



第 4 圖



第 5 圖

